

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-320881

(43)Date of publication of application : 24.11.1999

(51)Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

H01L 41/083

(21)Application number : 10-140115

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 21.05.1998

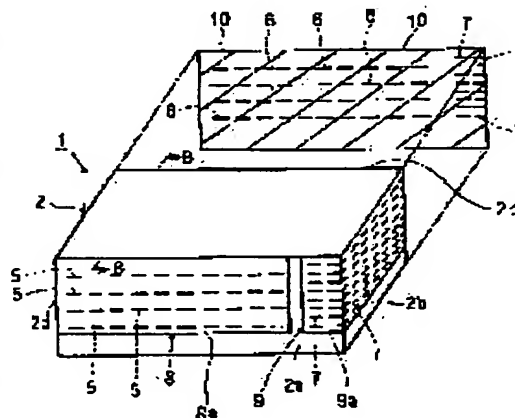
(72)Inventor : NAKATANI HIROSHI

(54) LAMINATED TYPE PIEZOELECTRIC ELEMENT AND PIEZOELECTRIC ACTUATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a laminated type piezoelectric element capable of electrically connecting a plurality of piezoelectric actuator units to a power supply or the like on one side surface thereof, capable of constituting an inexpensive piezoelectric actuator, easy in electrical connection and excellent in reliability.

SOLUTION: A laminated type piezoelectric element 1 has the first inner electrode 5 drawn out to the first side surface 2a of a ceramic sintered element 2 as a piezoelectric element and the second inner electrode 5 drawn out to the second side surface 2c thereof and a connection inner electrode 7 is arranged in the piezoelectric element so as to reach the first and second side surfaces 2a, 2c and the first outer electrode 8 connected to the first inner electrode 5 and the second outer electrode 9 connected to the connection inner electrode 7 are formed to the first side surface 2a and a third outer electrode 10 is formed to the second side surface 2c so as to be electrically connected to both of the second inner electrode 6 and the connection inner electrode 7.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

14.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3178414

[Date of registration]

13.04.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3178414号
(P3178414)

(45)発行日 平成13年6月18日(2001.6.18)

(24)登録日 平成13年4月13日(2001.4.13)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

B 4 1 J 2/045

B 4 1 J 3/04

1 0 3 A

2/055

H 0 1 L 41/08

Q

H 0 1 L 41/083

請求項の数6(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平10-140115

(22)出願日 平成10年5月21日(1998.5.21)

(65)公開番号 特開平11-320881

(43)公開日 平成11年11月24日(1999.11.24)

審査請求日 平成12年2月14日(2000.2.14)

(73)特許権者 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72)発明者 中谷 宏

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(74)代理人 100086597

弁理士 宮▼崎▲ 主税 (外1名)

審査官 桐畑 幸▲廣▼

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B名)

B41J 2/045

B41J 2/055

H01L 41/083

(54)【発明の名称】 積層型圧電体及び圧電アクチュエータ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 上面と、下面と、対向し合っている第1、第2の側面とを有する圧電体と、前記圧電体内において圧電体層を介して厚み方向に重なり合うように配置された複数の内部電極とを備え、該複数の内部電極が、第2の側面には至らないように形成されておりかつ第1の側面に引き出されている第1の内部電極と、第1の側面には至らないように形成されておりかつ第2の側面に引き出されている第2の内部電極とを有し、前記圧電体内に配置されておりかつ第1、第2の側面に至るように形成された接続用内部電極と、前記圧電体の第1の側面に形成されており、かつ第1の内部電極に電気的に接続されている第1の外部電極と、前記圧電体の第1の面において第1の外部電極とは隔て

られて形成されており、かつ前記接続用内部電極に電気的に接続されている第2の外部電極と、前記圧電体の第2の側面において第2の内部電極及び接続用内部電極の双方に電気的に接続されるように形成された第3の外部電極とをさらに備える、積層型圧電体。

【請求項2】 前記複数の内部電極及び接続用内部電極を有する圧電体が、内部電極、接続用内部電極及び圧電体セラミックスを一体焼成することによって得られたセラミック焼結体である、請求項1に記載の積層型圧電体。

【請求項3】 複数の接続用内部電極を有し、各接続用内部電極が何れかの第1または第2の内部電極と同じ高さ位置に形成されている、請求項1または2に記載の積層型圧電体。

【請求項4】 上面と、下面と、対向し合っている第

1

1、第2の側面とを有する圧電体と、
前記圧電体内において圧電体層を介して厚み方向に重なり合うように配置された複数の内部電極とを備え、該複数の内部電極が、第2の側面には至らないように形成されておりかつ第1の側面に引き出されている第1の内部電極と、第1の側面には至らないように形成されておりかつ第2の側面に引き出されている第2の内部電極とを有し、

前記圧電体内に配置されておりかつ第1、第2の側面に至るように形成された接続用内部電極をさらに備え、
前記圧電体の上面に、第1、第2の側面を結ぶ方向に延び、かつ前記複数の内部電極が積層されている部分よりも深い複数のスリットが形成されており、それによって、スリットで分離された複数の圧電アクチュエータユニットが構成されており、かつ

前記第1の側面側において各圧電アクチュエータユニット内の第1の内部電極に接続されるように各圧電アクチュエータユニットの外表面に形成されている複数の第1の外部電極と、

前記第1の側面において、接続用内部電極に接続されるように形成された第2の外部電極と、

前記第2の側面において、各圧電アクチュエータユニット内の第2の内部電極及び接続用内部電極を電気的に接続するように形成された第3の外部電極とをさらに備える、圧電アクチュエータ。

【請求項5】 前記第3の外部電極が、前記スリットの下端よりも下方に至るように形成されており、スリットの下端よりも下方の領域において連ねられている、請求項4に記載の圧電アクチュエータ。

【請求項6】 前記第1の外部電極が、前記スリットの下端よりも上方に形成されている請求項4または5に記載の圧電アクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、積層型圧電体及び圧電アクチュエータに関し、例えば、インクジェット式プリンターのプリンターヘッドに好適に用い得る積層型圧電体及び圧電アクチュエータに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、インクジェット方式のプリンターのプリンターヘッドを駆動するのに、圧電アクチュエータが用いられている。従来の圧電アクチュエータの一例を、図6～図8を参照して説明する。

【0003】図6は、圧電アクチュエータを得るのに用いられる積層型圧電体を示す斜視図である。積層型圧電体51は、直方体状の形状を有し、圧電セラミックスと内部電極とを一体焼成してなる一体焼成型のセラミック焼結体56を用いて構成されている。

【0004】セラミック焼結体56を得るにあたっては、先ず、図7(a)、(b)に示すように、内部電極

2

53、55が印刷されたセラミックグリーンシート52、54を用意する。次に、上記セラミックグリーンシート52、54を交互に積層し、積層体を得る。さらに、得られた積層体を厚み方向に加圧した後、一体焼成することより、セラミック焼結体56が得られる。

【0005】内部電極53は、セラミック焼結体56の側面56aの一部に露出されており、かつ側面56b、56cにも露出されている。他方、内部電極55は、セラミック焼結体56の側面56aにおいて、内部電極53とは隔てられた領域に露出しており、かつセラミック焼結体56の他の側面56c、56dにも露出している。

【0006】上記セラミック焼結体56の側面56aには、外部電極57、58が形成されている。外部電極57は、外部電極58と隔てられている。外部電極57は、内部電極55に電気的に接続されており、外部電極58は、内部電極53に電気的に接続されている。

【0007】従って、積層型圧電体51をそのまま用いる場合には、外部電極57、58間から交流電圧を印加すればよい。ところで、インクジェット式プリンターのプリンターヘッドを駆動する場合には、上記積層型圧電体51を用い、複数のアクチュエータユニットを構成する必要がある。

【0008】そこで、積層型圧電体51の上面56eにおいて、側面56aと側面56cとを結ぶ方向に延びるスリットを形成することにより、複数のアクチュエータユニットを構成していた。このようにして複数のアクチュエータユニットが構成された従来の圧電アクチュエータを図8に示す。

【0009】圧電アクチュエータ59では、複数本のスリットAがセラミック焼結体56の上面56eにおいて、第1、第2の側面56a、56cを結ぶ方向に形成されている。

【0010】これらのスリットAを形成することにより、複数の圧電アクチュエータユニット60～63が形成されている。また、上記スリットAの形成により、外部電極58が分割され、各圧電アクチュエータユニット60～63の一方の電位に接続される内部電極と電気的に接続用される複数の外部電極60a～63aが形成されている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】もっとも、圧電アクチュエータユニット60～63の他方の電位に接続される内部電極については、外部電極57と電気的に接続されなくなる。すなわち、スリットAの形成により、積層型圧電体51内に形成されていた内部電極55は、分断され、外部電極57と電気的に接続されなくなる。

【0012】従って、図7(b)に示した内部電極55が分割されることによって形成された各内部電極については、圧電アクチュエータ60～63の他の面、例えば

10

20

30

40

50

セラミック焼結体 5 6 の側面 5 6 c 側の面において、電源と接続しなければならなかった。すなわち、側面 6 3 c 上に外部電極を形成し、この外部電極を電源と接続していた。そのため、圧電アクチュエータ 5 9 では、2 つの側面 5 6 a、5 6 c において例えばリード線を介して電源等と電気的に接続する必要があった。

【0 0 1 3】従って、製造コストが高くつくだけでなく、信頼性が十分でないという問題があった。本発明の目的は、上記した従来の積層型圧電体の欠点を解消し、1 つの側面において、複数の圧電アクチュエータユニットを電源等と電気的に接続することができ、製造容易であり、信頼性に優れ、さらに安価な圧電アクチュエータを構成し得る積層型圧電体、並びにそのような圧電アクチュエータを提供することにある。

【0 0 1 4】

【課題を解決するための手段】請求項 1 に記載の発明に係る積層型圧電体は、上面と、下面と、対向し合っている第 1、第 2 の側面とを有する圧電体と、前記圧電体内において圧電体層を介して厚み方向に重なり合うように配置された複数の内部電極とを備え、該複数の内部電極が、第 2 の側面には至らないように形成されておりかつ第 1 の側面に引き出されている第 1 の内部電極と、第 1 の側面には至らないように形成されておりかつ第 2 の側面に引き出されている第 2 の内部電極とを有し、前記圧電体内に配置されておりかつ第 1、第 2 の側面に至るように形成された接続用内部電極と、前記圧電体の第 1 の側面に形成されており、かつ第 1 の内部電極に電気的に接続されている第 1 の外部電極と、前記圧電体の第 1 の面において第 1 の外部電極とは隔てられて形成されており、かつ前記接続用内部電極に電気的に接続されている第 2 の外部電極と、前記圧電体の第 2 の側面において第 2 の内部電極及び接続用内部電極の双方に電気的に接続されるように形成された第 3 の外部電極とをさらに備えることを特徴とする。

【0 0 1 5】請求項 2 に記載の発明では、前記複数の内部電極及び接続用内部電極を有する圧電体が、内部電極、接続用内部電極及び圧電体セラミックスを一体焼成することによって得られたセラミック焼結体により構成されている。

【0 0 1 6】請求項 3 に記載の発明では、複数の接続用内部電極が備えられており、各接続用内部電極が何れかの第 1 または第 2 の内部電極と同じ高さ位置に形成されている。

【0 0 1 7】請求項 4 に記載の発明に係る圧電アクチュエータは、上面と、下面と、対向し合っている第 1、第 2 の側面とを有する圧電体と、前記圧電体内において圧電体層を介して厚み方向に重なり合うように配置された複数の内部電極とを備え、該複数の内部電極が、第 2 の側面には至らないように形成されておりかつ第 1 の側面に引き出されている第 1 の内部電極と、第 1 の側面には

至らないように形成されておりかつ第 2 の側面に引き出されている第 2 の内部電極とを有し、前記圧電体内に配置されておりかつ第 1、第 2 の側面に至るように形成された接続用内部電極をさらに備える。また、前記圧電体の上面には、第 1、第 2 の側面を結ぶ方向に延び、かつ前記複数の内部電極が積層されている部分よりも深い複数のスリットが形成されており、それによって、スリットで分離された複数の圧電アクチュエータユニットが構成されている。さらに、第 1 の側面側において各圧電アクチュエータユニットの第 1 の内部電極に接続されるように圧電アクチュエータユニットの外表面に形成されている複数の第 1 の外部電極と、前記第 1 の側面側において、接続用内部電極に接続されるように形成された第 2 の内部電極と、前記第 2 の側面において、各圧電アクチュエータユニットの第 2 の内部電極及び接続用内部電極を電気的に接続するように形成された第 3 の外部電極とがさらに備えられている。

【0 0 1 8】請求項 5 に記載の発明では、前記第 2 の外部電極が、前記スリットの下端よりも下方に至るように形成されており、スリットの下端よりも下方の領域において連ねられている。

【0 0 1 9】請求項 6 に記載の発明では、前記第 1 の外部電極が、前記スリットの下端よりも上方に形成されている。

【0 0 2 0】

【発明の実施の形態】図 1 は、本発明の一実施例に係る積層型圧電体を説明するための斜視図である。

【0 0 2 1】積層型圧電体 1 は、矩形板状の圧電セラミックスよりなる焼結体 2 を用いて構成されている。該セラミック焼結体 2 内には、後述の第 1、第 2 の内部電極及び接続用内部電極が積層され、圧電セラミックスと共に一体焼成されている。このセラミック焼結体 2 の製造方法を、図 2 を参照して説明する。

【0 0 2 2】まず、図 2 (a)、(b) に示すように、圧電セラミックスを主体とする矩形のセラミックグリーンシート 3、4 を用意する。セラミックグリーンシート 3 を構成するための圧電セラミックスとしては、チタン酸ジルコン鉛系圧電セラミックスのような適宜の圧電セラミックスを用いることができる。

【0 0 2 3】セラミックグリーンシート 3 の上面には、一方側端縁 3 a に至るように、第 1 の内部電極 5 が導電ペーストをスクリーン印刷することにより形成されている。また、第 1 の内部電極 5 の側方には、同じく導電ペーストの印刷により接続用内部電極 7 が印刷されている。接続用内部電極 7 は、セラミックグリーンシート 3 の側端縁 3 a と側端縁 3 b とに至るように形成されている。

【0 0 2 4】他方、セラミックグリーンシート 4 の上面には、第 2 の内部電極 6 が印刷されている。内部電極 6 は、側端縁 4 b に至るように形成されており、側端縁 4

5

aには至らないように形成されている。また、内部電極6の側方には、接続用内部電極7が形成されている。接続用内部電極7は、側端縁4a、4bに至るように形成されている。

【0025】上記セラミックグリーンシート3、4を、交互に積層し、得られた積層体を厚み方向に加圧した後、焼成することにより、図1に示したセラミック焼結体2が得られる。

【0026】セラミック焼結体2内においては、図1のB、B線に沿う断面図に相当する図3から明らかなように、上記第1、第2の内部電極5、6が厚み方向において圧電体層としてのセラミック層を介して重なり合うように配置されている。また、第1の内部電極5は、セラミック焼結体2の第1の側面2aに露出されている。第1の内部電極5は、セラミック焼結体の側面2b～2dには露出されていない。なお、この側面2b～2dのうち、第1の側面2aと対向している側面2cが、本発明における第2の側面である。

【0027】他方、第2の内部電極6は第2の側面2cに露出されており、他の側面2a、2b、2dには露出されていない。また、接続用内部電極7は、セラミック焼結体2の側面2a、2b、2cに露出されている。すなわち、接続用内部電極7は、セラミック焼結体2の対向し合っている第1、第2の側面2a、2bに至るように形成されている。

【0028】セラミック焼結体2においては、第1の側面2aに、第1の外部電極8及び9が形成されている。第1の外部電極8は、第1の内部電極5に電氣的に接続されている。また、第2の外部電極9は、接続用内部電極7に電氣的に接続されている。第1の外部電極8と、第2の外部電極9とは、側面2aにおいて隔てられている。

【0029】なお、第1の外部電極8の下端縁8a及び第2の外部電極9の下端縁9aは、セラミック焼結体2の側面2aにおいて下端までは至っておらず、中間高さ位置に存在する。

【0030】他方、セラミック焼結体2の側面2c上には、図1に側面2c側を投影して示すように、第3の外部電極10が形成されている。第3の外部電極10は、側面2cの全面を覆うように形成されている。従って、第3の外部電極10は、第2の外部電極6と接続用内部電極7の双方に電氣的に接続されている。

【0031】よって、積層型圧電体1においては、第1の外部電極8と第2の外部電極9とから交流電圧を印加することにより、駆動することができる。すなわち、内部電極6が第3の外部電極10及び接続用内部電極7により第2の外部電極9に電氣的に接続されている。従って、セラミック焼結体2の第1の側面2a側において、すなわち1つの側面のみを用いて、電源と電氣的に接続することができる。なお、外部電極8～10は、例え

6

ば、蒸着、メッキ、もしくはスパッタリング等の適宜の方法で形成することができる。

【0032】次に、上記積層型圧電体1を用いて構成された圧電アクチュエータを図4を参照して説明する。図4は、本発明の第2の実施例としての圧電アクチュエータを示す斜視図である。圧電アクチュエータ11では、支持基板12上に積層型圧電体1が固定されている。積層型圧電体1の支持基板12への固定は、例えば接着剤を用いて行うことができるが、特に限定されるものではない。

【0033】また、積層型圧電体1においては、上記支持基板12上に積層型圧電体1を固定した後に、セラミック焼結体2の上面2eにおいて、複数本のスリットCが形成されている。スリットCは、第1、第2の側面2a、2c間を結ぶ方向に延ばされている。また、スリットCの下端が、第1、第2の外部電極8、9の下端縁8a、9aよりも下方となるようにスリットCの深さが選ばれている。

【0034】従って、複数本のスリットCを形成することにより、図4に示されているように、複数の圧電アクチュエータユニット12～16と接続ユニット17とが構成されている。

【0035】ところで、上記スリットCの形成により、第1の外部電極8が分割されて、複数の第1の外部電極8A～8Eが形成されている。この第1の外部電極8A～8Eは、それぞれ、各圧電アクチュエータユニット12～16における一方の電位に接続される第1の内部電極5Aに電氣的に接続されている。

【0036】他方、スリットCは、セラミック焼結体2の下面2fまでには至らないように形成されている。従って、セラミック焼結体2の第2の側面2c側においては、図4に投影図で示すように、第3の外部電極10は、スリットCの下方部分で連ねられている。

【0037】よって、各圧電アクチュエータユニット12～16の他方電位に接続される内部電極6Aは第3の外部電極10により短絡されている。加えて、接続用内部電極7もまた、第3の外部電極10に電氣的に接続されている。

【0038】従って、接続ユニット17内に接続用内部電極7が配置されているので、各圧電アクチュエータユニット12～16の上記他方電位に接続される内部電極6Aは、第3の外部電極10及び接続用内部電極7を介して、接続ユニット17の前面すなわち第1の側面2a側に形成されている第2の外部電極9に電氣的に接続されている。

【0039】よって、本実施例の圧電アクチュエータ11では、第2の外部電極9と、各圧電アクチュエータユニット12～16の外部電極8A～8Eとの間で電圧を印加することにより、各圧電アクチュエータユニット12～16を駆動することができる。

10

20

30

40

50

【0040】この場合、外部電極 8 A～8 E 及び第 2 の外部電極 9 は、何れも、セラミック焼結体 2 の第 1 の側面 2 a 側に配置されている。従って、リード線等を用いて電源と電氣的に接続する場合、側面 2 a 側においてのみ結線作業を行えばよいため、電氣的接続作業を用意に行うことができると共に、圧電アクチュエータのコストを低減することができる。

【0041】また、上記実施例では、図 2 に示したように、セラミックグリーンシート 3、4 上において、第 1、第 2 の内部電極 5、6 とは別に接続用内部電極 7 を

それぞれ形成していた。しかしながら、図 5 (a)、(b) に示すように、セラミックグリーンシート 2 3、2 4 上に、1 つの内部電極 2 5、2 6 を形成してもよい。内部電極 2 5 は、図 2 (a) に示した第 1 の内部電極 5 と接続用内部電極 7 とを連ねた形状に相当し、内部電極 2 6 は、図 2 (b) に示した第 2 の内部電極 6 と接続用内部電極 7 とを連ねた形状に相当する。

【0042】上記セラミックグリーンシート 2 3、2 4 を積層して得られた積層体を厚み方向に加圧し、焼成することにより積層型圧電体を得ることができる。このようにして得られた積層型圧電体では、第 1 または第 2 の内部電極と接続用内部電極とが連ねられていることになる。そこで、図 5 (a)、(b) に示す一点鎖線 D、E 間の幅に相当するスリットを、積層型圧電体の上面において、前述のスリット C と同じ深さになるように形成すれば、該スリットの形成により内部電極 2 5、2 6 が分割されることになる。このようにして、第 1、第 2 の内部電極 5、6 と接続用内部電極 7 とを有するように内部電極 2 5、2 6 を分割することができる。

【0043】もっとも、この方法では、スリット形成前には、内部電極 2 5、2 6 が短絡されているので、分極処理を行うことができない。従って、分極処理については、スリットを加工した後に行う必要がある。

【0044】

【発明の効果】請求項 1 の発明に係る積層型圧電体では、第 1 の内部電極が圧電体の第 1 の側面に形成された第 1 の外部電極に電氣的に接続されており、第 2 の内部電極は第 2 の側面に露出されているが、第 2 の側面に形成された第 3 の外部電極及び接続用内部電極を介して第 1 の側面に形成された第 2 の外部電極に接続されている。従って、第 1、第 2 の外部電極から交流電圧を印加して駆動することができるので、圧電体の第 1 の側面においてのみ電氣的接続作業を行えばよい。

【0045】よって、駆動に際してのリード線の接続等の電氣的接続作業を簡略化することができると共に、信頼性の向上及びコストの低減を果し得る。請求項 2 に記載の発明では、複数の内部電極及び接続用内部電極を有する圧電体が、一体焼成型のセラミック焼結体により構成されているので、電極—セラミック—一体焼成技術を用いて、小型の上記積層圧電体を容易に得ることが

きる。

【0046】請求項 3 に記載の発明では、複数の接続用内部電極が第 1、第 2 の内部電極の何れかと同じ高さ位置に形成されているので、第 1 または第 2 の内部電極形成工程と同じ工程により接続用内部電極を容易に形成することができる。また、電極—セラミック—一体焼成技術を用いて圧電体を構成した場合には、用意するセラミックグリーンシート上において第 1 または第 2 の内部電極と接続用内部電極とを同じ工程で形成すればよいため、製造工程の簡略化を果し得る。

【0047】請求項 4 に記載の発明に係る圧電アクチュエータでは、圧電体の上面に第 1、第 2 の側面を結ぶ方向に複数のスリットが形成されており、それによってスリットで分離された複数の圧電アクチュエータユニットが構成されている。しかも、第 1 の側面側においては、各圧電アクチュエータユニットの第 1 の内部電極に接続されるように複数の第 1 の外部電極が形成されており、各圧電アクチュエータユニットの第 2 の内部電極は、圧電体の第 2 の側面に形成された第 3 の外部電極及び接続用内部電極を介して第 1 の側面に形成された第 2 の外部電極に電氣的に接続されている。従って、第 2 の外部電極と、各圧電アクチュエータの外表面に形成された第 1 の外部電極とを利用して各圧電アクチュエータユニットを駆動することができる。

【0048】よって、複数の圧電アクチュエータユニットを、圧電体の第 1 の側面側においてのみ電源回路と電氣的に接続することにより、各圧電アクチュエータユニットを駆動することができるので、電氣的接続作業の簡略化、信頼性の向上及びコストの低減を果し得る。

【0049】請求項 5 に記載の発明では、第 3 の外部電極がスリットの下端よりも下方に至るように形成されており、スリットの下端よりも下端の領域において連ねられているので、スリットを形成した後において、各圧電アクチュエータユニットの第 2 の内部電極と接続用内部電極とが電氣的に接続される構成を確保し得る。

【0050】請求項 6 に記載の発明では、第 1 の外部電極がスリットの下端よりも上方に形成されているので、該スリットの形成により各圧電アクチュエータユニットの第 1 の外部電極同士が確実に分離される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例の積層型圧電体を説明するための斜視図。

【図 2】(a)、(b) は、それぞれ、図 1 に示した積層型圧電体を得るのに用いたセラミックグリーンシート及びその上に形成される第 1、第 2 の内部電極並びに接続用内部電極を説明するための平面図。

【図 3】図 1 の B—B 線に沿う部分に相当する積層型圧電体の断面図。

【図 4】本発明の一実施例の圧電アクチュエータを説明するための斜視図。

9

10

【図5】(a), (b)は、それぞれ、本発明の一実施例の圧電アクチュエータを得るのに用いられるセラミックグリーンシート及びその上に形成される内部電極パターンを説明するための各平面図。

【図6】従来の積層型圧電体を一例を示す斜視図。

【図7】(a), (b)はそれぞれ、図6に示した従来の積層型圧電体を得るのに用いたセラミックグリーンシート及び内部電極パターンを説明するための各平面図。

【図8】従来の積層型圧電体アクチュエータを示す斜視図。

【符号の説明】

1…積層型圧電体

2…セラミック焼結体(圧電体)

2a…第1の側面

2c…第2の側面

* 2e…上面

2f…下面

3, 4…セラミックグリーンシート

5, 5A…第1の内部電極

6, 6A…第2の内部電極

7…接続用内部電極

8…第1の外部電極

9…第2の外部電極

10…第3の外部電極

10 11…圧電アクチュエータ

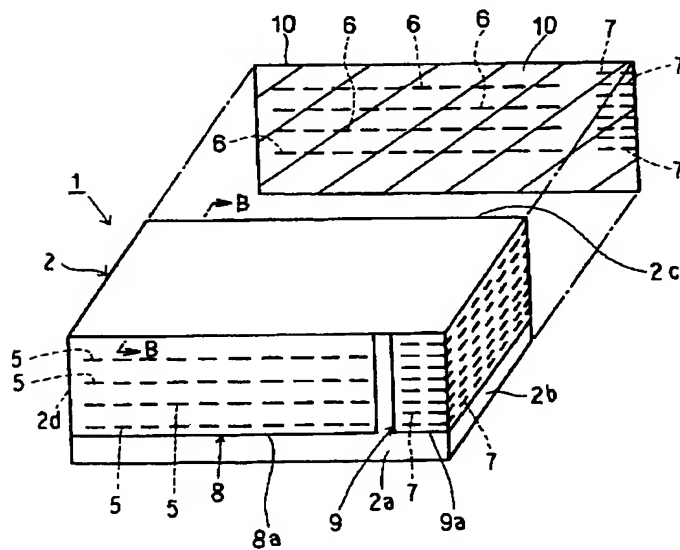
12~16…圧電アクチュエータユニット

17…接続用ユニット

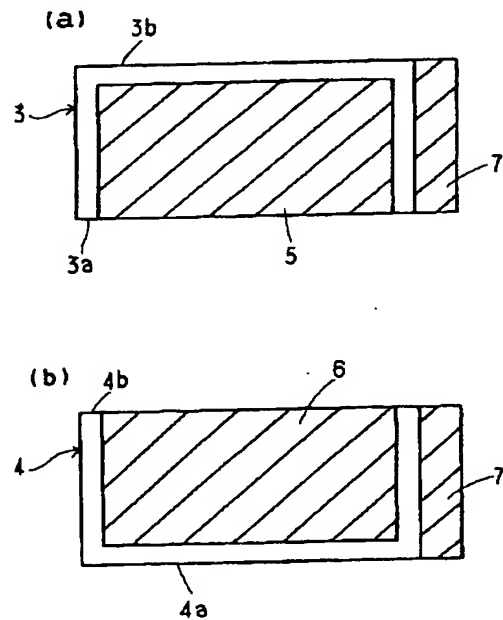
8A~8E…圧電アクチュエータユニットの第1の外部電極

* C…スリット

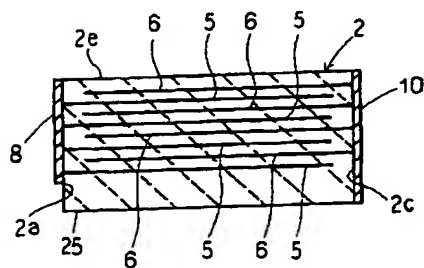
【図1】



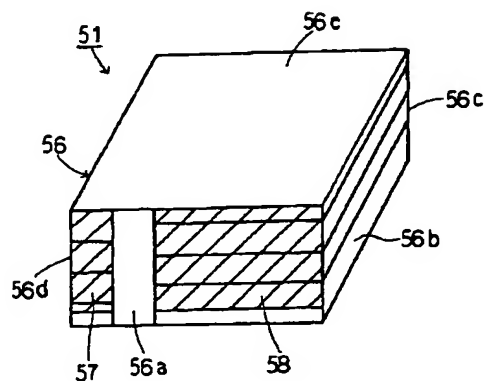
【図2】



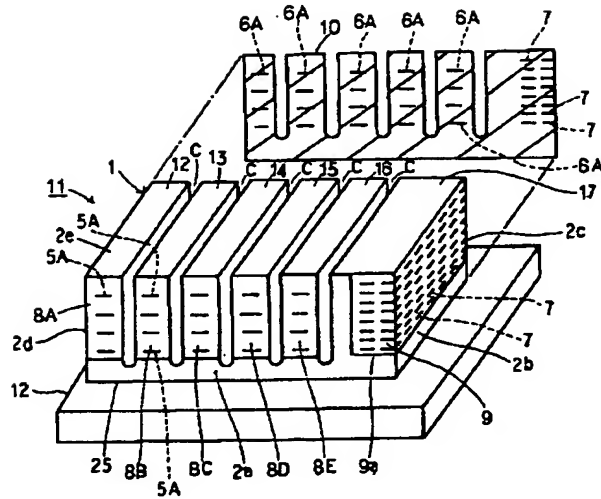
【図3】



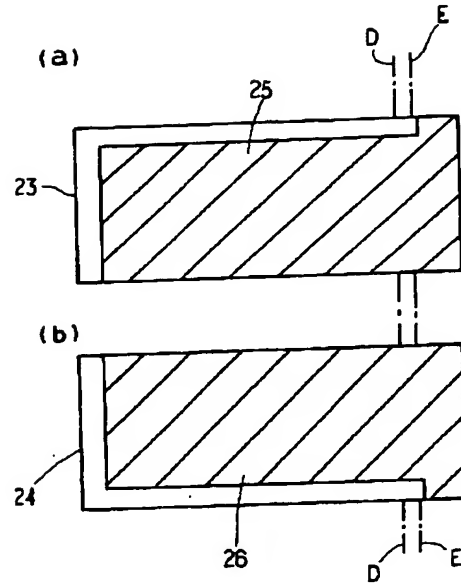
【図6】



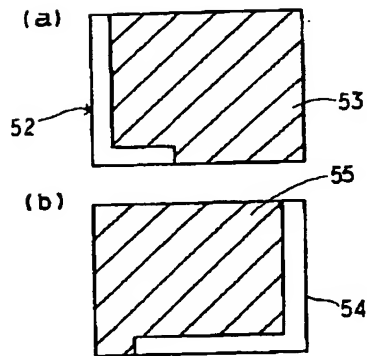
【図 4】



【図 5】



【図 7】



【図 8】

